

## Dynamics and kinetics of oxidation of semiconductor surfaces

著者	Kamioka Isao
内容記述	Thesis (Ph. D. in Science)--University of Tsukuba, (A), no. 1848, 1998.3.23
発行年	1998
URL	<a href="http://hdl.handle.net/2241/5275">http://hdl.handle.net/2241/5275</a>

氏 名(本 籍)	<sup>かみ</sup> 上 <sup>おか</sup> 岡 <sup>いさお</sup> 功 (滋 賀 県)
学 位 の 種 類	博 士 (理 学)
学 位 記 番 号	博 甲 第 1,848 号
学位授与年月日	平 成 10 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当
審 査 研 究 科	物 理 学 研 究 科
学 位 論 文 題 目	DYNAMICS AND KINETICS OF OXIDATION OF SEMICONDUCTOR SURFACES (半導体表面の酸化における反応機構の重力学研究)
主 査	筑波大学教授 理学博士 福 谷 博 仁
副 査	筑波大学教授 理学博士 谷 津 潔
副 査	筑波大学助教授 理学博士 河 邊 隆 也
副 査	筑波大学講師 理学博士 中 嶋 洋 輔
副 査	金属材料研究所 理学博士 北 島 正 弘
	サブグループリーダー

## 論 文 の 内 容 の 要 旨

表面反応の機構および動力学は固体物理学としての基礎研究としてだけでなく、半導体技術などへの応用においても非常に重要なテーマである。特に半導体表面の酸化過程は半導体デバイス製造においては現在最も重要な課題の一つである。本論文は半導体表面での酸素分子線による酸化、およびプラズマ酸化過程における酸化脱離反応、および酸化膜成長反応の機構を詳細に調べたものである。

酸素分子線を用いた酸化脱離反応に関する実験では、Si, Ge を基板にし、共鳴多光子イオン化 (REMPI) 質量分析方により、表面より脱離してくる反応生成分子である SiO, GeO の振動・回転状態分布を調べ、表面と熱平衡になっていることを明らかにした。この実験結果に基づいて、脱離の過程で回転自由な状態を経ている、という酸化脱離反応における新しいモデルを提唱した。

グラファイトでは、CO の脱離並進速度を調べ、CO の平均並進温度が表面温度に比べ非常に低くなっていることを明らかにした。

一方、プラズマ酸化による酸化膜成長反応においては、基板に直流バイアスをかけ、膜成長過程をエリブソメーターを使って実時間でモニターし、酸化膜成長速度のバイアス保存性を調べた。その結果、今までには全く調べられていなかった酸化膜が非常に薄い表面と直接的に反応する過程では、プラズマ中の負イオンの他に正イオンも酸化に寄与していることと、また、酸化膜が厚い領域では、過去の研究ですでに明らかにされていた負イオンだけでなく、新たに中性原子も酸化反応に寄与していることを明らかにした。

## 審 査 の 結 果 の 要 旨

本論文では半導体表面における重要な素過程である酸素分子線による酸化、プラズマ酸化反応について、酸化脱離反応、および酸化膜成長反応の機構を詳細に調べたものである。著者の研究は以下の点でこれまでの研究に新たな知見を与えるものとして高く評価出来る。

(1)酸素分子線を用いた酸化脱離反応に関する実験では、Si, Ge 基板にし、共鳴多光子イオン化 (REMPI) 質量分

析方により、表面より脱離してくる反応生成分子である SiO、GeO の振動・回転状態分布を直接測定し、表面と熱平衡になっていることを明らかにした。これは今までにはまったく得られていない知見として高く評価できる。

(2)この実験結果に基づいて、これら分子が脱離の過程で回転自由な状態を経ている、という酸化脱離反応における新しいモデルを提唱した。これは、団体表面近くのポテンシャル分布に何か平らか、少々のくぼみがあることを示唆しており、独創性の高いアイデアとして評価できる。

(3)グラファイトを基板にした場合では、CO の脱離並進速度を調べ、CO の平均並進温度が表面温度に比べ非常に低くなっていることを明らかにした。

(4)プラズマ酸化による酸化膜成長反応においては、基板に直流バイアス電圧をかけ、膜成長過程をエリプソメーターを使って実時間でモニターし、nm 領域における酸化膜成長速度のバイアス依存性を調べた。

その結果、今までには全く調べられていなかった酸化膜が非常に薄い表面と直接的に反応する過程では、プラズマ中の負イオンの他に正イオンも酸化に寄与していることと、また、酸化膜が厚い領域では、過去の研究ですでに明らかにされていた負イオンだけでなく、新たに中性原子も酸化反応に寄与していることを明らかにした。このことはプラズマ酸化反応現象がかなり複雑であり、その機構の詳細の解明が必要であることを示した。

よって、著者は博士（理学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。